

jc955 U.S. PRO
10/024606
10/30/01

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

JCS95 U.S. PTO
10/024606
10/30/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application:

2001年 6月20日

出願番号
Application Number:

特願2001-186275

出願人
Applicant(s):

富士通株式会社

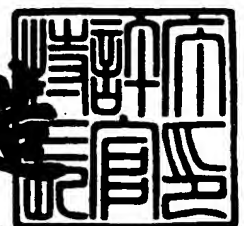
Best Available Copy

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 9月 6日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3082374

【書類名】 特許願

【整理番号】 0151264

【提出日】 平成13年 6月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 3/04

【発明の名称】 伝送路特性の周期的変動に対する等化処理方法及び装置

【請求項の数】 10

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 加來 尚

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 置田 良二

【特許出願人】

 【識別番号】 000005223

 【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100105337

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 眞鍋 潔

【代理人】

 【識別番号】 100072833

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 柏谷 昭司

【代理人】

 【識別番号】 100075890

 【弁理士】

【氏名又は名称】 渡邊 弘一

【代理人】

【識別番号】 100110238

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 壽郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 075097

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9906989

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 伝送路特性の周期的変動に対する等化処理方法及び装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 受信信号を基に、周期的に変動する伝送路特性の変動周期を抽出するステップと、該伝送路特性の変動に合わせて等化特性を切替えて受信信号の等化処理を行うステップと、を含むことを特徴とする等化処理方法。

【請求項 2】 前記伝送路特性の変動周期を抽出するステップにおいて、送信側から送信された一定のリファレンス信号を受信し、該リファレンス信号の位相又は振幅の変動成分により、伝送路特性の変化点を検出することを特徴とする請求項 1 に記載の等化処理方法。

【請求項 3】 前記伝送路特性の変動をもたらす変動周期の基本周波数信号成分を抽出するステップと、該基本周波数信号をベクトル化するステップと、該基本周波数信号の前記伝送路特性変化点におけるベクトルが基準位相に対して対称となるように該ベクトルの位相を調整するステップと、該基本周波数信号のベクトルの基準位相に対する成分を所定の基準値と大小比較するステップと、該比較結果を基に前記等化特性を切替える切替え信号を出力するステップと、を含むことを特徴とする請求項 2 に記載の等化処理方法。

【請求項 4】 前記伝送路特性の異なるそれぞれの区間毎の等化処理を受信信号に対してそれぞれ行うステップと、該それぞれの等化処理を行った受信信号のエラーの大小を互いに比較するステップと、該受信信号のエラーの大小を基に前記所定の基準値を更新するステップと、を含むことを特徴とする請求項 3 に記載の等化処理方法。

【請求項 5】 受信信号を基に、周期的に変動する伝送路特性の変動周期を判定する手段と、該伝送路特性の変動に合わせて等化特性を切替えて受信信号の等化処理を行う手段と、を備えたことを特徴とする等化処理装置。

【請求項 6】 前記伝送路特性の変動周期を判定する手段は、送信側から送信された一定のリファレンス信号を受信し、該リファレンス信号の位相又は振幅の変動により、伝送路特性の変化点を検出することを特徴とする請求項 5 に記載の等化処理装置。

【請求項 7】 前記伝送路特性の変動をもたらす変動周期の基本周波数信号成分を抽出する手段と、該基本周波数信号をベクトル化する手段と、該基本周波数信号の前記伝送路特性変化点におけるベクトルが基準位相に対して対称となるように該ベクトルの位相を調整する手段と、該基本周波数信号のベクトルの基準位相に対する成分を所定の基準値と大小比較する手段と、該比較結果を基に前記等化特性を切替える切替え信号を出力する手段と、を備えたことを特徴とする請求項 6 に記載の等化処理装置。

【請求項 8】 前記伝送路特性の異なるそれぞれの区間毎の等化処理を受信信号に対してそれぞれ行う手段と、該それぞれの等化処理を行った受信信号のエラーの大小を互いに比較する手段と、該受信信号のエラーの大小を基に前記所定の基準値を更新する手段と、を備えたことを特徴とする請求項 3 に記載の等化処理装置。

【請求項 9】 異なる伝送路特性対応の等化処理手段を複数個備え、該複数の伝送路特性対応の等化処理手段を、伝送路特性の変動に合わせて切替える切替え手段を備えたことを特徴とする請求項 5 に記載の等化処理装置。

【請求項 10】 異なる伝送路特性対応の等化処理パラメータを保持する手段を備え、該伝送路特性対応の等化処理パラメータを伝送路特性の変動に合わせて切替えて設定する手段を備えたことを特徴とする請求項 5 に記載の等化処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、伝送路特性の周期的変動に対する等化処理方法及び装置に関し、特に、電力線搬送通信用のモデム等において、電力線に接続される家電機器のスイッチング電源等の内部素子のオンオフ等により周期的に発生する伝送路特性の変化を検出し、該伝送路特性の変化に合わせて等化特性を変更する等化特性変更方法及び装置に関する。

【0002】

図 8 に電力線搬送通信システムの構成例を示す。電力配電線は同図に示すよう

に、配電変電所 8-1 と柱上変圧器 8-3 との間に 6.6 kV の高圧配電線 8-2 が配され、柱上変圧器 8-3 と家屋 8-6 との間に 100 V / 200 V 低圧配電線 8-4 及び引込み線 8-5 が配されている。

【0003】

電力線搬送通信システムは、高圧配電線 8-2 と並行して配電変電所 8-1 のアクセスノード 8-11 と柱上変圧器 8-3 内のモデムとの間に光ファイバを設置してその間を光信号により伝送し、柱上変圧器 8-3 と家屋 8-6 内のコンセントに差し込まれたモデムとの間は、100 V / 200 V 低圧配電線 8-4、引込み線 8-5 及び屋内配線 8-7 を経由して通信信号を伝送する。

【0004】

このような電力線搬送通信システムは、柱上変圧器 8-3 のモデムから見ると低圧配電線 8-4 はインダクタに見え、また、低圧配電線 8-4 に接続された引込み線 8-5 及び屋内配線 8-7 はコンデンサに見える。更に、屋内配線 8-7 に接続された各種家電機器は、雑音防止用のコンデンサを AC 100 V 線間に接続しているため、大きな容量性負荷を呈する。

【0005】

その結果、柱上変圧器 8-3 から低圧配電線 8-4 側を見ると、低域通過型のローパスフィルタ (LPF) に見え、屋内配線 8-7 に接続されたモデムにおける受信信号は、高域成分が大きく減衰し、雑音に埋もれてしまう場合がある。一方、低域成分は、高域成分に比べて減衰はさほどではないが、家電機器のスイッチング電源やインバータ回路などからランダムな雑音 (有色雑音) が放出され、低域の信号もやはり大きな雑音に埋もれて通信品質が劣化するため、電力線搬送による高速データ通信の実現には、この雑音等による受信信号の劣化に対する対策が必要である。

【0006】

【従来の技術】

その対策として、雑音に強いと言われる FM 変調方式、FSK 変調方式、PSK 変調方式などが電力線搬送通信用のモデムの変調方式として従来採用されたが、電力線は雑音レベルが大きく、これらの変調方式により実用化されたものは 1

2 0 0 k b p s 以下の低速の限られたアプリケーションに留まった。

【 0 0 0 7 】

また、スペクトラム拡散方式を用いた電力線搬送通信の実用化が行われたが、白色系雑音環境下で S/N 値がマイナスになる場合には、伝送容量が急激に低下し、そのため最大でも 1 0 0 k b p s、最悪の場合は通信不能となってしまうという状況であった。更に、マルチキャリア変調方式を用いた OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 方式を導入し、雑音の多いキャリア帯域を避けて通信を行うという技術の適用が試みられた。

【 0 0 0 8 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、家電機器内のスイッチング電源やインバータ回路は増加する傾向にあり、それらのスイッチングに伴う雑音の発生や伝送路特性の変化に対し、低速度の通信であれば、これまでの技術でも実現可能であるが、数 M b p s 程度のような高速度の電力線搬送通信を実現することは不可能である。

【 0 0 0 9 】

家電機器のインバータ化やスイッチング電源の使用は益々増大し、またその雑音防止のために 1 0 0 V 電源線にコンデンサが接続され、容量性負荷が増大する傾向にある。このような状況の下では、従来のように雑音を避けて通信するという対処の仕方では十分ではなく、むしろ、雑音の発生や伝送路特性の変化に能動的に対処し、信号の受信精度を高めることによって高速通信の実現を図る方が有効である。

【 0 0 1 0 】

出願人は先に特願 2 0 0 0 - 3 5 9 9 4 9 号「雑音除去方法及び装置」として、 S/N 値がマイナスの状況にあっても低域の雑音成分をキャンセルし、埋もれている受信信号を再生し、高速通信を実現する発明を案出した。この先願発明は、マクロ的に見ると有色系雑音となる雑音に対し、その支配的な帯域の雑音成分を除去して S/N 値をプラスに転じさせ、雑音に埋もれた受信信号を抽出しようとするものである。

【 0 0 1 1 】

図9は上述の固定帯域（低域）の雑音キャンセルを行うモデムの構成例を示す。同図（A）に示す構成において、スクランブラー（SCR・S/R）は、送信信号（SD）のスクランブル処理を行うと共にシリアル信号をパラレル信号に変換し、ベクトル和分回路（G/N・和分）に送出する。

【0012】

ベクトル和分回路（G/N・和分）は、入力されたパラレル信号に対して、グレイバイナリコード（G）であった信号をナチュラルバイナリコード（N）に変換し、更に、受信側で位相検出するために用いるベクトル差分回路（差分・N/G）に対応したベクトル和分演算を行った後、送信信号発生部9-1に送出する。

【0013】

送信信号発生部9-1は、ベクトル化された送信信号点を発生する。この送信信号の間にはゼロ点挿入部9-2によりゼロ点信号を挿入した後、ロールオフフィルタ（ROF1）により波形整形し、変調回路（MOD）によって変調し、更にD/A変換回路（D/A）によりデジタル信号からアナログ信号に変換した後、ローパスフィルタ（LPF）により電力線搬送波の周波数帯域（10kHz～450kHz）を含む低周波帯域の信号を抽出し、送信線路TX-lineに送出する。

【0014】

送信線路TX-lineから送出された送信信号は、対向するモデムによって受信線路RX-lineから受信され、そのバンドパスフィルタ（BPF）により所定の周波数帯域成分（電力線搬送モデムの場合は10～450kHz）のみを抽出され、A/D変換回路（A/D）によりデジタル信号に戻される。

【0015】

このデジタル表記されたアナログ信号は、復調回路（DEM）によりベースバンドの信号に復調され、ロールオフフィルタ（ROF2）により波形整形され、タイミング（TIM）抽出部に送出され、タイミング（TIM）抽出部9-4の出力信号は、VCXO（Voltage Controlled Crystal Oscillator：電圧制御水晶発振）型位相ロックループ回路（PLL・VCXO）に送出される。

【0016】

VCXO型位相ロックループ回路(PLL・VCXO)は、ゼロ点の位相を抽出し、該ゼロ点の位相信号をA/D変換器(A/D)へのサンプリングタイミング信号として与え、また、受信部のクロック(RX-CLK)分配部へ与える。

【0017】

受信部のロールオフフィルタ(ROF2)からの出力信号は、また、雑音除去部9-5において伝送路の雑音成分を除去した後、等化器(EQL)により符号間干渉を取り除き、自動キャリア位相制御器(CAPC)により位相合わせを行い、更に判定回路(DEC)により受信信号の信号判定を行い、その判定結果をベクトル差分回路(差分・N/G)に出力する。

【0018】

ベクトル差分回路(差分・N/G)は、ナチュラルバイナリコード(N)で送信した送信部のベクトル和分回路(G/N・和分)と反対のベクトル差分演算を行った後、グレイバイナリコード(G)に戻してデスクランブラ(P/S・DSCR)に送出する。デスクランブラ(P/S・DSCR)は、このパラレルグレイコードをシリアル信号に変換してデスクランブル処理し、受信信号(RD)として出力する。

【0019】

また、送信部において、送信クロック分配回路(TX-CLK)は、送信クロックをゼロ点挿入部9-2、D/A変換器(D/A)及びその他の各送信回路部へ分配する。また、受信部において、受信クロック分配回路(RX-CLK)は、VCXO型位相ロックループ回路(PLL・VCXO)から受信クロックを抽出し、該受信クロックを雑音除去部9-5及びその他の各受信回路部へ分配する。

【0020】

なお、受信クロック分配回路(RX-CLK)は、VCXO型位相ロックループ回路(PLL・VCXO)から抽出されたゼロ点位相信号を通過させているだけであり、このゼロ点位相信号は単なるシンボルタイミング信号である。また、図中に点線枠で囲んだ部分は透過伝送路としてのナイキスト伝送路9-3であり

、このナイキスト伝送路 9-3 は、図 9 (B) に示すように、信号点の間隔がナイキスト間隔 ($1/384 \text{ kB}$) 以上の信号をトランスペアレントに伝送する。

【 0 0 2 1 】

以上が固定帯域 (低域) の雑音をキャンセルする先発明に係るモデムの構成の説明であるが、この構成において、等化器 (EQL) 及び自動キャリア位相制御器 (CAPC) は、伝送路特性が常に一定であるという想定の下に、各周波数帯域信号の振幅や位相等を補償して等化处理を行うものであった。

【 0 0 2 2 】

しかし、前述したように家電機器に使用されるスイッチング電源は、 $50/60 \text{ Hz}$ の電源周波数に同期してオンオフが繰返されるため、該電源周波数に同期して負荷インピーダンスが切り換わり、電力線の伝送路特性が $50/60 \text{ Hz}$ に同期して切り換わることとなる。

【 0 0 2 3 】

図 10 は、家電機器スイッチング電源の内部素子オンオフにより変動する電力線伝送路特性の様子を示している。同図の (a) は、 $50/60 \text{ Hz}$ の電源電圧の 1 周期分を示し、該 1 周期内の区間 A は、スイッチング素子オンの状態、区間 B はスイッチング素子オフの状態を示している。

【 0 0 2 4 】

図 10 の (b) は電力線の伝送路特性を示し、スイッチング素子オン状態の区間 A 及びオフ状態の区間 B のそれぞれの伝送路特性の様子を示している。同図 (b) から分かるように、スイッチング素子オン状態の区間 A の伝送路特性と、オフ状態の区間 B の伝送路特性とは大きく異なるものとなっている。

【 0 0 2 5 】

図 11 は周期的に伝送路特性が変動する電力線で伝送される信号点の観測例を示している。同図の (a) は送信時における信号点 (4 値) を示し、同図の (b) は受信時におけるスイッチング素子オン状態の区間 A 及びオフ状態の区間 B の信号点 (4 値) を示し、同図 (c) は該 A 区間及び B 区間の受信信号点を合成表示したものを示している。区間 A と区間 B とで伝送路上の振幅及び位相特性が異なるため、それぞれの区間で、本来の 4 値の座標位置と相違する信号点配置結果

となり、オシロスコープで表示すると、図11(c)に示すように、8値の信号点となって見える。

【0026】

このように、スイッチング素子のオンオフによる周期的な伝送路特性の変動のために、等化器(EQL)及び自動キャリア位相制御器(CAPC)で等化処理を精度よく行うことができず、その結果、受信信号の判定エラーの頻度が増大することとなる。本発明は、このような伝送路特性の変動に対し、該伝送路特性の変動を判定し、該伝送路特性の変動に合わせて等化処理を行うことにより、受信信号の劣化を防ぎ、受信精度を高めることを目的とする。

【0027】

【課題を解決するための手段】

本発明の等化処理方法は、(1)受信信号を基に、周期的に変動する伝送路特性の変動周期を抽出するステップと、該伝送路特性の変動に合わせて等化特性を切替えて受信信号の等化処理を行うステップと、を含むことを特徴とする。

【0028】

また、(2)前記伝送路特性の変動周期を抽出するステップにおいて、送信側から送信された一定のリファレンス信号を受信し、該リファレンス信号の位相又は振幅の変動により、伝送路特性の変化点を検出することを特徴とする。

【0029】

また、(3)前記伝送路特性の変動をもたらす変動周期の基本周波数信号成分を抽出するステップと、該基本周波数信号をベクトル化するステップと、該基本周波数信号の前記伝送路特性変化点におけるベクトルが基準位相に対して対称となるように該ベクトルの位相を調整するステップと、該基本周波数信号のベクトルの基準位相に対する成分を所定の基準値と大小比較するステップと、該比較結果を基に前記等化特性を切替える切替え信号を出力するステップと、を含むことを特徴とする。

【0030】

また、(4)前記伝送路特性の異なるそれぞれの区間毎の等化処理を受信信号に対してそれぞれ行うステップと、該それぞれの等化処理を行った受信信号のエ

ラーの大小を互いに比較するステップと、該受信信号のエラーの大小を基に前記所定の基準値を更新するステップと、を含むことを特徴とする。

【0031】

また、本発明の等化处理装置は、(5) 受信信号を基に、周期的に変動する伝送路特性の変動周期を判定する手段と、該伝送路特性の変動に合わせて等化特性を切替えて受信信号の等化处理を行う手段と、を備えたことを特徴とする。

【0032】

また、(6) 前記伝送路特性の変動周期を判定する手段は、送信側から送信された一定のリファレンス信号を受信し、該リファレンス信号の位相又は振幅の変動により、伝送路特性の変化点を検出することを特徴とする。

【0033】

また、(7) 前記伝送路特性の変動をもたらす変動周期の基本周波数信号成分を抽出する手段と、該基本周波数信号をベクトル化する手段と、該基本周波数信号の前記伝送路特性変化点におけるベクトルが基準位相に対して対称となるように該ベクトルの位相を調整する手段と、該基本周波数信号のベクトルの基準位相に対する成分を所定の基準値と大小比較する手段と、該比較結果を基に前記等化特性を切替える切替え信号を出力する手段と、を備えたことを特徴とする。

【0034】

また、(8) 前記伝送路特性の異なるそれぞれの区間毎の等化处理を受信信号に対してそれぞれ行う手段と、該それぞれの等化处理を行った受信信号のエラーの大小を互いに比較する手段と、該受信信号のエラーの大小を基に前記所定の基準値を更新する手段と、を備えたことを特徴とする。

【0035】

また、(9) 異なる伝送路特性対応の等化处理手段を複数個備え、該複数の伝送路特性対応の等化处理手段を、伝送路特性の変動に合わせて切替える切替え手段を備えたことを特徴とする。

【0036】

また、(10) 異なる伝送路特性対応の等化处理パラメータを保持する手段を備え、該伝送路特性対応の等化处理パラメータを伝送路特性の変動に合わせて切

替えて設定する手段を備えたことを特徴とする。

【 0 0 3 7 】

【発明の実施の形態】

図 1 に本発明の第 1 の実施形態を示す。第 1 の実施形態は、等化器 (E Q L) 及び自動キャリア位相制御器 (C A P C) をそれぞれ 2 系統備え、スイッチング電源のオンオフの周期に合わせて、それらの 2 系統の等化器 (E Q L) 及び自動キャリア位相制御器 (C A P C) を切替えるようにしたものである。

【 0 0 3 8 】

即ち、前述の雑音除去部 9 - 5 等から出力される受信信号周波数成分出力部 F F T の出力を第 1 の選択スイッチ S E L 1 に入力し、第 1 の選択スイッチ S E L 1 は、前述の区間 A 又は区間 B を示す信号に同期して、入力信号を第 1 又は第 2 の出力端子の一方に出力する。

【 0 0 3 9 】

第 1 の選択スイッチ S E L 1 の第 1 の出力端子には、第 1 の等化器 E Q L 1 及び第 1 の自動キャリア位相制御器 C A P C 1 が接続され、第 1 の選択スイッチ S E L 1 の第 2 の出力端子には、第 2 の等化器 E Q L 2 及び第 2 の自動キャリア位相制御器 C A P C 2 が接続される。

【 0 0 4 0 】

第 1 及び第 2 の自動キャリア位相制御器 C A P C 1, C A P C 2 の出力は、第 2 の選択スイッチ S E L 2 の入力端子に接続され、第 2 の選択スイッチ S E L 2 は、区間 A 又は区間 B を示す信号に同期して、2 つの入力端子からの入力信号の一方を選択して出力する。

【 0 0 4 1 】

図 2 は本発明の第 2 の実施形態を示す。第 2 の実施形態は、等化器 E Q L 及び自動キャリア位相制御器 C A P C としては 1 系統のみ備え、この等化器 E Q L 及び自動キャリア位相制御器 C A P C に設定する等化特性に関するパラメータを、スイッチング電源のオンオフの周期に合わせて切替えるようにしたものである。

【 0 0 4 2 】

即ち、受信信号周波数成分出力部 F F T の出力を、1 系統の等化器 E Q L 及び

自動キャリア位相制御器CAPCに入力する。一方、区間A及び区間Bにおける等化処理パラメータを個別に保持し、該等化処理パラメータを選択する選択スイッチSELを備え、選択スイッチSELは区間Aと区間Bとの切替え周期に同期して、該等化処理パラメータの一方を選択して等化器EQL及び自動キャリア位相制御器CAPCに設定し、それぞれの区間での最適な等化処理を実行する。

【0043】

図3は本発明における伝送特性変動検出のための伝送フレーム構成を示す。送信部と受信部との間で送受される伝送フレームの構成は、同図(a)に示すように、1/4、8kHz単位のサブフレームを128個集めた1マスタフレームにより構成される。

【0044】

1マスタフレームにおける先頭の1サブフレームは、雑音除去を行うための雑音分布観測用の無信号(NTE: No Transmission Energy)区間として割当てられる。残りの127サブフレームにデータ信号が割当てられ、該127サブフレームの各サブフレームの各チャネル(CH1~CH64)に、同図(b)に示すように、予め振幅及び位相が定められた信号点のリファレンス(REF)信号を割当てて伝送する。そして受信側は、このリファレンス(REF)信号の受信結果を基に、区間Aと区間Bの判定を行い、該区間に同期して等化器の切替又は等化処理パラメータの設定・更新を行う。

【0045】

リファレンス(REF)信号を割当てるチャネルは、サブフレーム毎にずらし、各チャネル間に分散配置されるように配分する。なお、同図CH1~CH64のチャネルは、マルチキャリア変調方式を用いた場合の各キャリア対応のチャネルを示している。リファレンス(REF)信号の割当て数及び割り当て間隔は、伝送路特性の変動区間検出の精度に応じて適宜決定され、それは伝送路特性変動の大きさに依存する。

【0046】

図4は本発明における伝送路特性の変動周期の区間を判定する変動周期区間判定部の機能ブロックを示す。変動周期区間判定部は、図9に示す受信部のロール

オフフィルタ (ROF2) の出力信号をパワー算出部 4-1 によりスカラー値に変換した後、帯域通過フィルタ 4-2 により、電力線の電源周波数の 2 倍成分 (100Hz 又は 200Hz) を抽出する。

【0047】

ここで、電源周波数の 2 倍成分を抽出するのは、パワー算出部 4-1 で行う 2 乗算出により、周波数が 2 倍になるためであり、この周波数が伝送路特性の変動をもたらす変動周期の基本周波数となる。帯域通過フィルタ 4-2 は公知の 2 次帯域通過フィルタ等を用いることができる。

【0048】

帯域通過フィルタ 4-2 の出力信号を AGC 回路 4-3 により自動利得調整した後、90° 位相遅延回路 4-4 を通した信号と組合わせてベクトル化する。該ベクトル化した伝送路変動周期の信号は、位相調整部 4-5 により位相調整されるが、この位相調整については後に詳しく説明する。

【0049】

一方、送信側から図 3 に示すように各チャネルに分散送信されたりファレンス (REF) 信号は、受信部における各チャネルの受信信号を出力する高速フーリエ変換部 (FFT) から出力され、図 4 の変動周期区間判定部に入力される。該リファレンス (REF) 信号は、図 5 の (a) に示すように、区間 A におけるものと区間 B におけるものとで、伝送路特性が異なることから、位相及び振幅値が異なる信号として受信される。

【0050】

図 4 において、高速フーリエ変換部 (FFT) から入力されたりファレンス (REF) 信号は、遅延回路 4-6 を通した信号との差分演算により、受信リファレンス (REF) 信号の変化分が検出され、該変化分を示す信号を、パワー算出部 4-7 で 2 乗値とした後、変化点検出部 4-8 により、変化点を示すパルス信号 (i) として出力される。

【0051】

この受信リファレンス (REF) 信号の変化点を示すパルス信号 (i) は、図 5 (b) に示すように、伝送路特性が区間 A から区間 B へ、また、区間 B から区

間Aへ変化したタイミングを示している。リファレンス（REF）信号が挿入されたマスターフレームは37.5Hzで電源周波数の半周期より十分長いため、区間Aから区間Bへ及び区間Bから区間Aへの切り換わりが、1マスターフレーム内に必ず発生する。この切り換わりを、前回のリファレンス（REF）信号の受信点と振幅及び位相がある範囲以上異なる信号点が発生したことにより検出する。

【0052】

変化点検出部4-8の出力信号（i）は、スイッチ部4-9のオンオフを制御する信号として加えられ、スイッチ部4-9は、区間Aと区間Bの切り換え時点の、位相調整部4-5から出力されるベクトル信号のY成分、即ち変動周期ベクトルの位相成分を表す信号（ii）を取り出し、極性判定部4-10に出力する。

【0053】

極性判定部4-10は上記ベクトル信号のY成分（ii）の極性を判定し、該極性に応じて+1又は-1を積分器4-11に出力する。積分器4-11は該極性を示す信号を積分し、該積分値を正弦・余弦値算出部4-12に出力する。正弦・余弦値算出部4-12は、入力された積分値を位相角 θ とした正弦値 $\sin \theta$ 及び余弦値 $\cos \theta$ を算出する。

【0054】

位相角 θ から正弦値 $\sin \theta$ 及び余弦値 $\cos \theta$ への変換は、以下の級数展開式に基づいた演算により行うことができる。

$$\cos \theta = 1 - \theta^2 / 2! + \theta^4 / 4!$$

$$\sin \theta = \theta - \theta^3 / 3! + \theta^5 / 5!$$

【0055】

位相調整部4-5は、変動周期信号ベクトルのY成分極性値の積分値を基に、区間Aから区間Bへの切り換え時の変動周期信号ベクトルと、区間Bから区間Aへの切り換え時の変動周期信号ベクトルとが、X軸に対して対照となるよう位相調整角 θ を調整する。

【0056】

即ち、区間変化点における2つの変動周期信号ベクトルは、位相調整部4-5

に入力される前は図6の（a）に示す黒点の位置のような位相であったとすると、位相調整部4-5による位相調整により、図6の（b）に示すように、区間変化点における2つの電力ベクトルがX軸に対して対照となるように位相を回転させて調整する。

【0057】

図4において、位相調整後の変動周期信号ベクトルのX成分を、比較部4-13によりX成分基準値 REF_x と大小比較し、A、B区間判定部4-14は、該比較結果（ $X - REF_x$ ）により、図6の（c）に示すように $X - REF_x > 0$ のときは区間A、 $X - REF_x < 0$ のときは区間Bと判定し、該判定結果に応じた切換え信号を出力する。

【0058】

A、B区間判定部4-14から出力される切換え信号によって、等化器（EQL）及び自動キャリア位相制御器（CAPC）は、等化特性を切換えて等化处理を行う。A、B区間判定部4-14によって判定された区間A及び区間Bが正しくない場合、即ち、X成分基準値 REF_x が正しい値からずれている場合は、区間A又は区間Bのどちらかのエラー（受信信号点と信号判定点との距離）が大となる。

【0059】

そこで、自動キャリア位相制御器（CAPC）等にて発生するエラーが、区間Aで大きいか区間Bで大きいかを判定することによって、X成分基準値 REF_x を更新して区間幅を調整する。例えば、図6の（c）において、区間Aでのエラーが大であれば、この区間Aは区間Bの領域を含んでいることになるため、X成分基準値 REF_x の値を大きくし、区間Aの幅を狭めるように調整する。

【0060】

図7は本発明におけるX成分基準値 REF_x 更新の機能ブロックを示す。同図において、高速フーリエ変換部（FET）から出力される各受信チャネルのデータ信号を、区間Aの伝送路特性に対する第1の等化器（EQL1）及び第1の自動キャリア位相制御器（CAPC1）を備えたA区間処理部7-10と、区間Bの伝送路特性に対する第2の等化器（EQL2）及び第2の自動キャリア位相制

御器 (CAPC2) を備えたB区間処理部7-20とに加える。

【0061】

そして、A区間処理部7-10及びB区間処理部7-20において、それぞれ位相制御器 (CAPC1, CAPC2) から出力される等化後の信号を、判定回路 (DEC) から出力される受信信号判定後の信号と比較部7-11, 7-12により比較し、その差分を2乗演算部7-12, 7-22により2乗演算し、信号間距離 (エラー) を算出する。

【0062】

A区間処理部7-10及びB区間処理部7-20から出力されるそれぞれの信号間距離 (エラー) を、X成分基準値REFx更新7-30に入力し、X成分基準値REFx更新7-30では、X成分基準値REFxを更新すべきかどうかを判定する更新判定部7-31において、図4のA, B区間判定部4-4から出力される区間情報に基づいて、現時点が区間A内か区間B内かを判定し、現時点が区間A内であるとき、A区間処理部7-10から出力される信号間距離 (エラーA) が、B区間処理部7-20から出力される信号間距離 (エラーB) より大きい場合、X成分基準値REFxの最下位ビット (LSB) を増加させる信号を出力し、X成分基準値REFxを増加させる更新を行う。

【0063】

一方、現時点が区間A内であるとき、A区間処理部7-10から出力される信号間距離 (エラーA) が、B区間処理部7-20から出力される信号間距離 (エラーB) より小さい場合、X成分基準値REFxの更新を行うことなく、X成分基準値REFxを現状維持させる信号を出力する。

【0064】

また、現時点が区間B内であるとき、A区間処理部7-10から出力される信号間距離 (エラーA) が、B区間処理部7-20から出力される信号間距離 (エラーB) より大きい場合、X成分基準値REFxの更新を行うことなく、X成分基準値REFxを現状維持させる信号を出力する。

【0065】

一方、現時点が区間B内であるとき、A区間処理部7-10から出力される信

号間距離（エラー A）が、B 区間処理部 7-20 から出力される信号間距離（エラー B）より小さい場合、X 成分基準値 REF_x の最下位ビット（LSB）を減少させる信号を出力し、X 成分基準値 REF_x を減少させる更新を行う。

【0066】

更新判定部 7-3.1 から出力される更新信号は、加算部 7-3.2 に加えられ、加算部 7-3.2 は該更新信号を、X 成分基準値保持部 7-3.3 に保持された X 成分基準値 REF_x に加えて更新し、該更新された X 成分基準値 REF_x を、新たに X 成分基準値保持部 7-3.3 に保持し、該更新した X 成分基準値 REF_x を、図 4 の変動周期信号ベクトルの X 成分との比較部 4-1.3 に出力する。

【0067】

なお、図 4～図 7 において、伝送路特性の変化点の変動周期信号ベクトルが X 軸に対して対称となるように位相調整を行い、位相調整後の変動周期信号ベクトルの X 成分が所定の基準値 REF_x を超えるか否かによって、A 区間か B 区間かの判定を行う実施形態について説明したが、本発明の実施形態はこれに限定されず、伝送路特性の変化点の変動周期信号ベクトルが Y 軸に対して対称となるように位相調整を行い、位相調整後の変動周期信号ベクトルの Y 成分が所定の基準値を超えるか否かによって、A 区間か B 区間かの判定を行うように構成することができ、その他本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々の変形が可能である。

【0068】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、電力線搬送通信において、家電機器のスイッチング電源のオンオフ等により周期的に伝送路特性が変動する場合、該変動区間を判定し、伝送路特性の変動周期の区間に合わせて等化特性を切換えて等化处理を行うことにより、受信信号の等化处理を適切に行うことができ、受信精度が向上し、高速伝送を実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施形態を示す図である。

【図 2】

本発明の第 2 の実施形態を示す図である。

【図 3】

本発明における伝送特性変動検出のための伝送フレーム構成を示す図である。

【図 4】

本発明における変動周期区間判定部の機能ブロックを示す図である。

【図 5】

本発明におけるリファレンス (REF) 信号の受信点の変化及び該変化点を示すパルス信号を示す図である。

【図 6】

本発明における変動周期信号ベクトルの位相調整と区間判定の例を示す図である。

【図 7】

本発明における X 成分基準値 REF_x 更新の機能ブロックを示す図である。

【図 8】

電力線搬送通信システムの構成例を示す図である。

【図 9】

固定帯域 (低域) の雑音キャンセルを行うモデムの構成例を示す図である。

【図 10】

家電機器スイッチング電源のオンオフにより変動する電力線伝送路特性の様子を示す図である。

【図 11】

伝送路特性が変動する電力線で伝送される信号点の観測例を示す図である。

【符号の説明】

FFT 受信信号周波数成分出力部

SEL1 第 1 の選択スイッチ

EQL1 第 1 の等化器

CAPC1 第 1 の自動キャリア位相制御器

EQL2 第 2 の等化器

CAPC2 第 2 の自動キャリア位相制御器

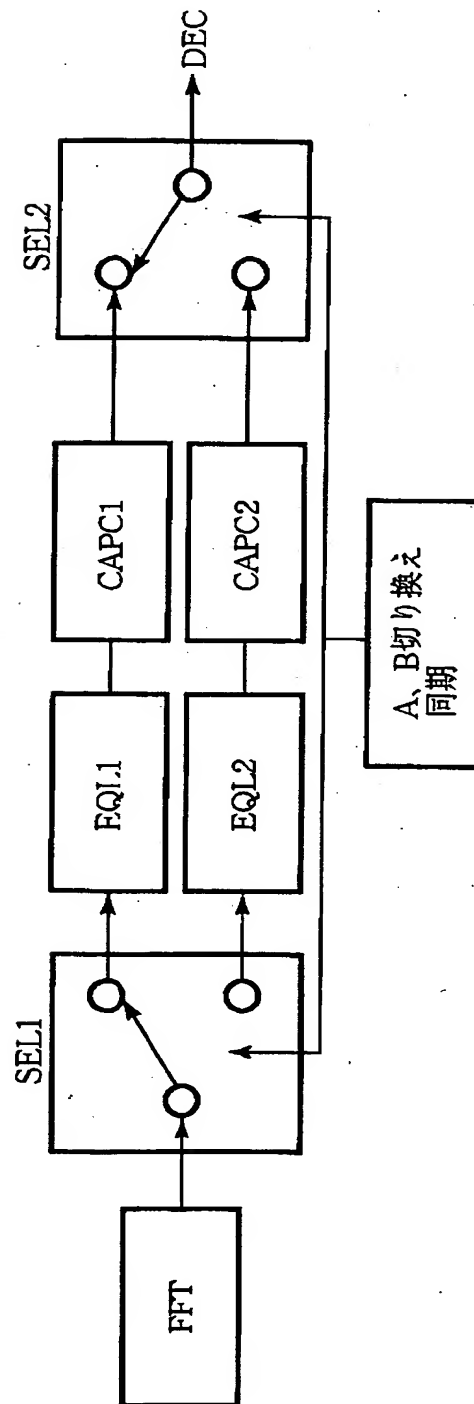
SEL2 第2の選択スイッチ

【書類名】

図面

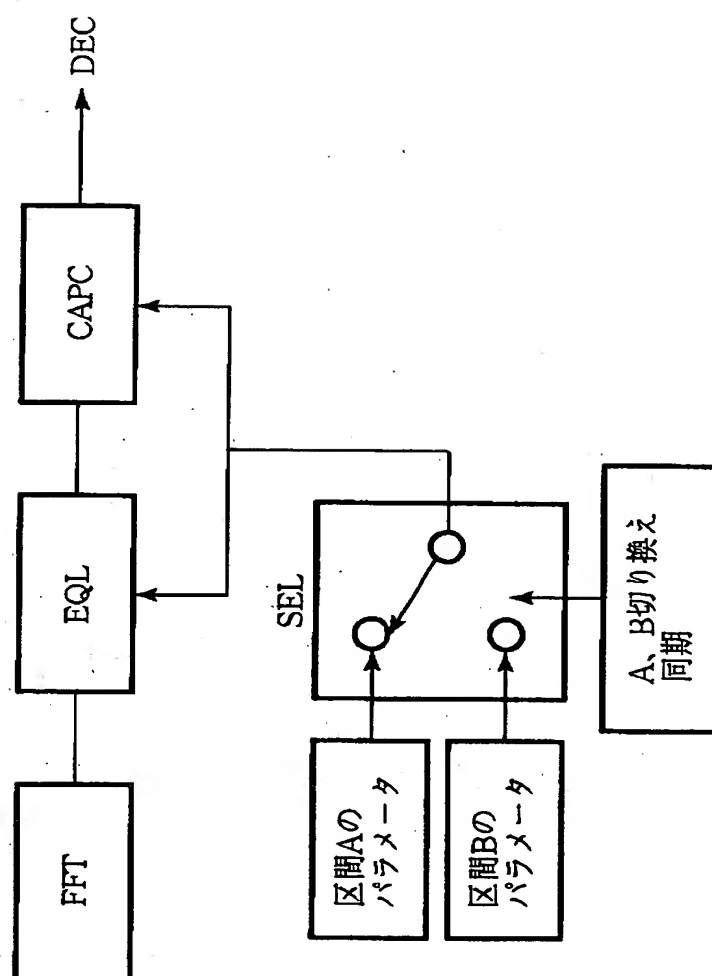
【図 1】

本発明の第 1 の実施形態



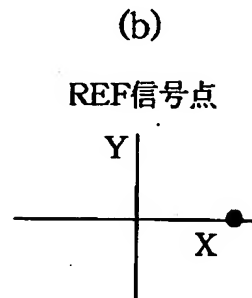
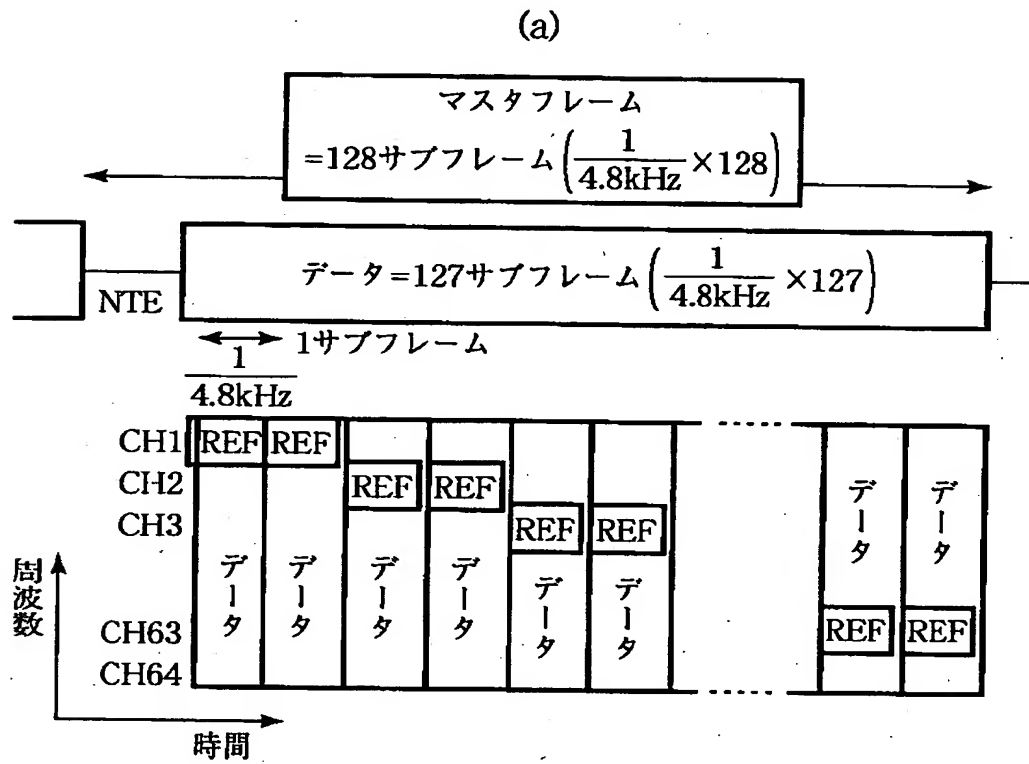
【図 2】

本発明の第2の実施形態



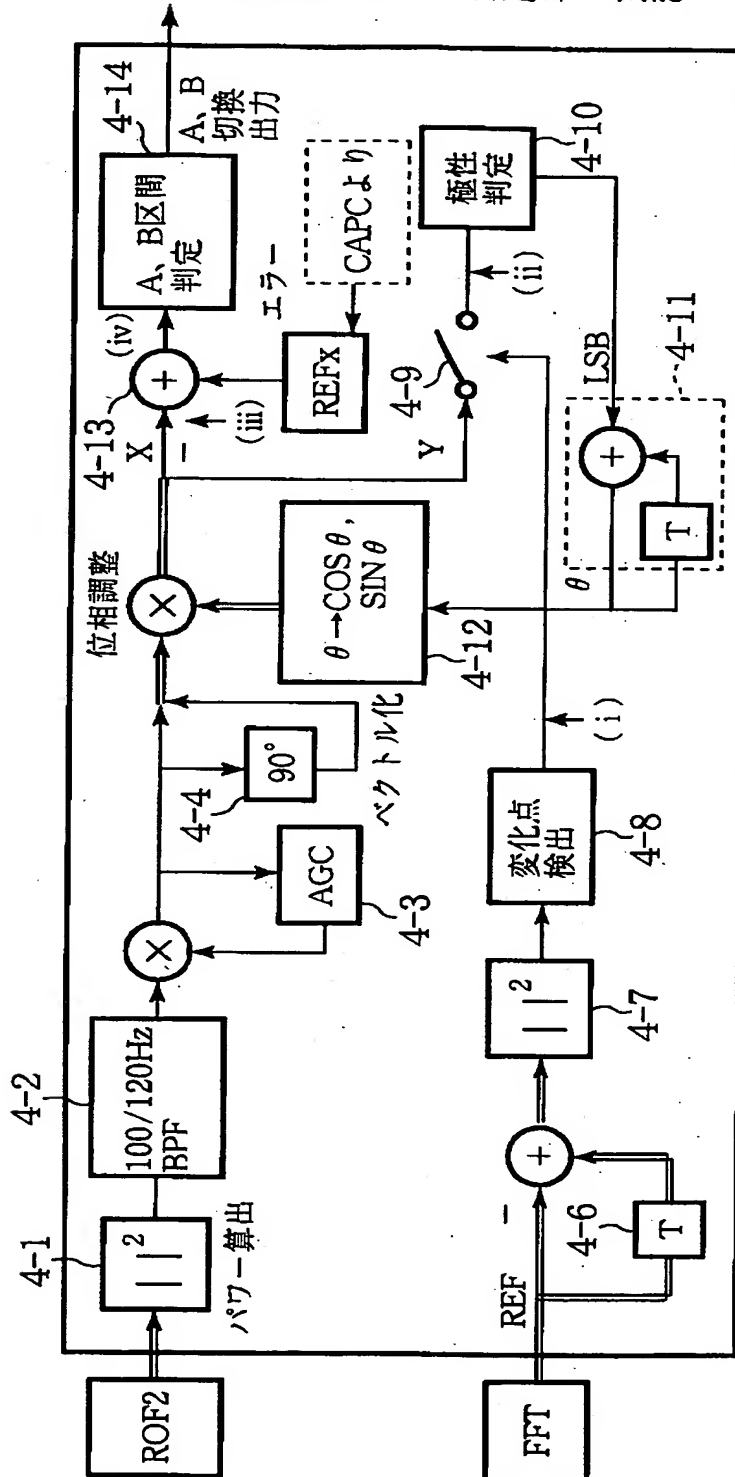
【図3】

本発明における伝送特性変動検出のための伝送フレーム構成



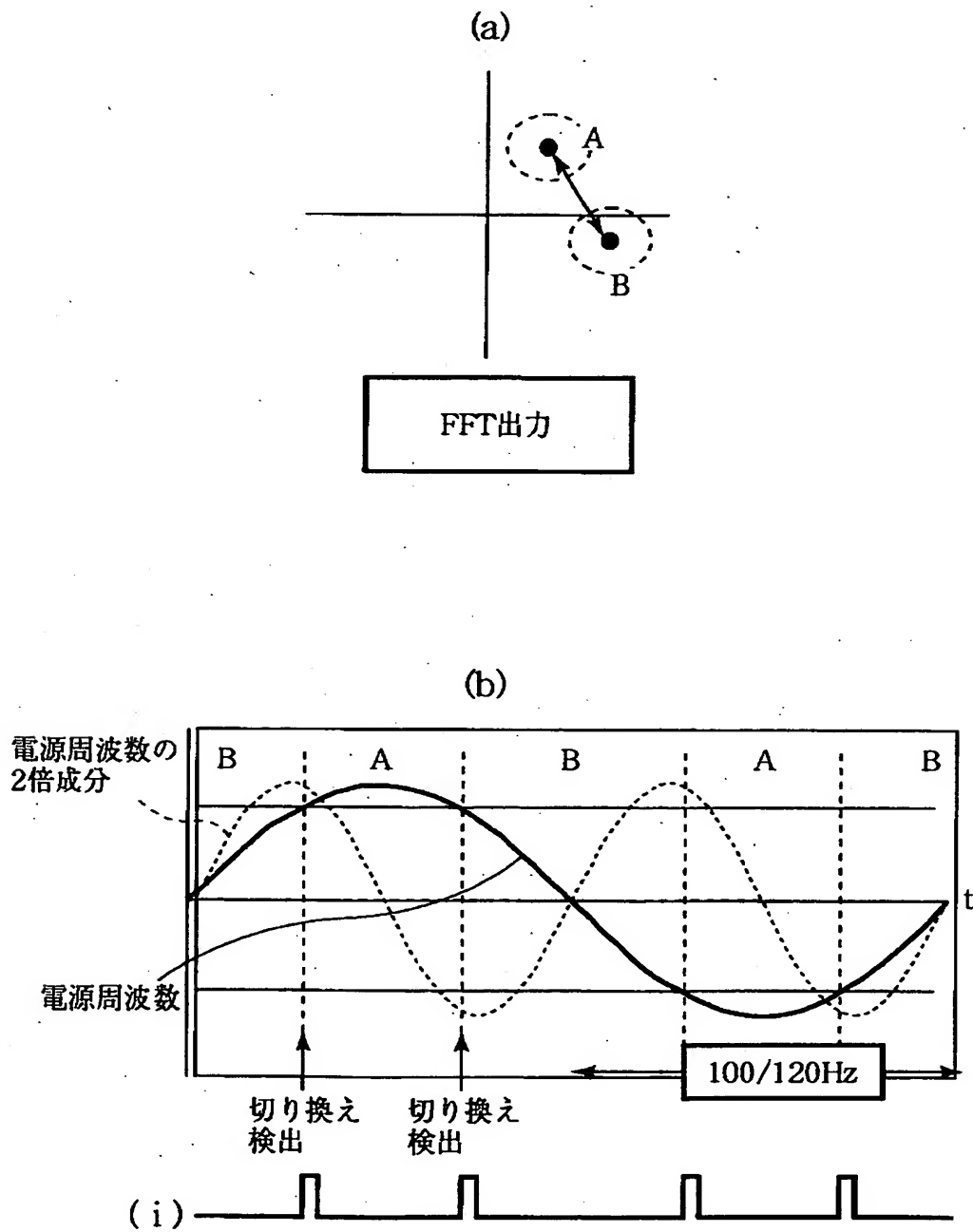
【図 4】

本発明における変動周期区間判定部の機能ブロック



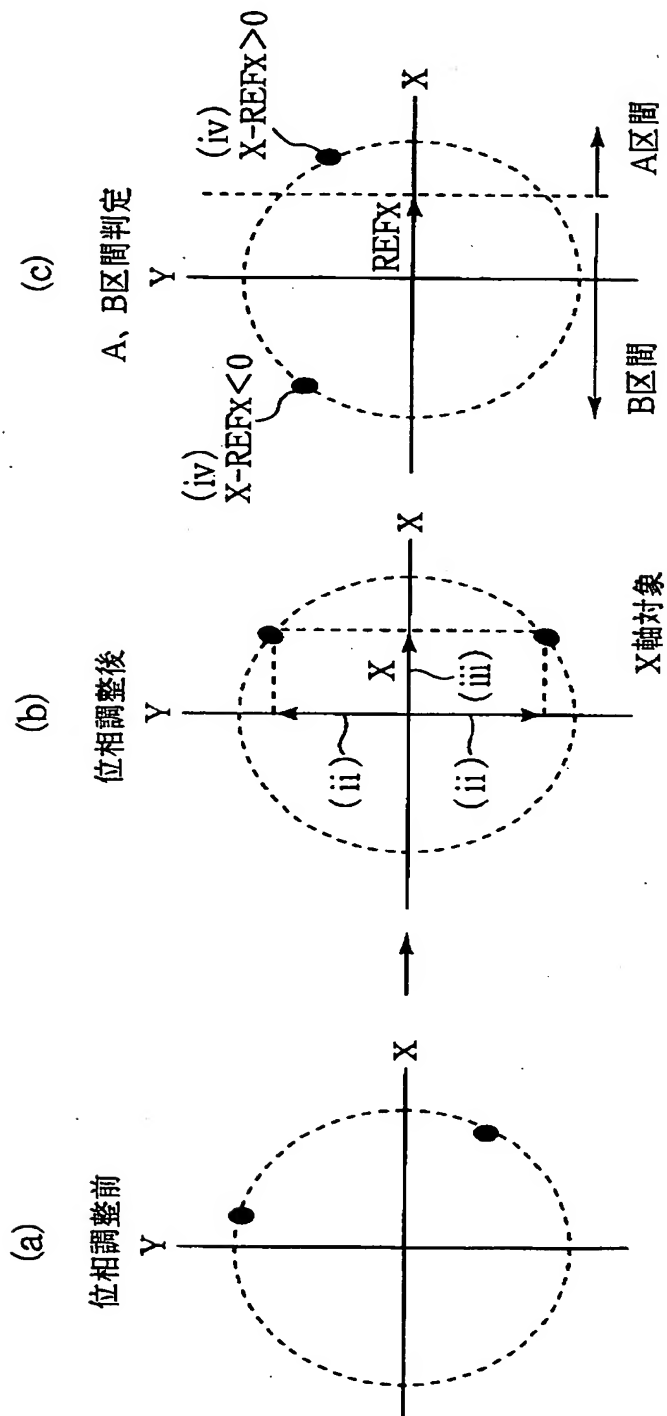
【図5】

本発明におけるリファレンス(REF)信号の受信点の
変化及び該変化点を示すパルス信号



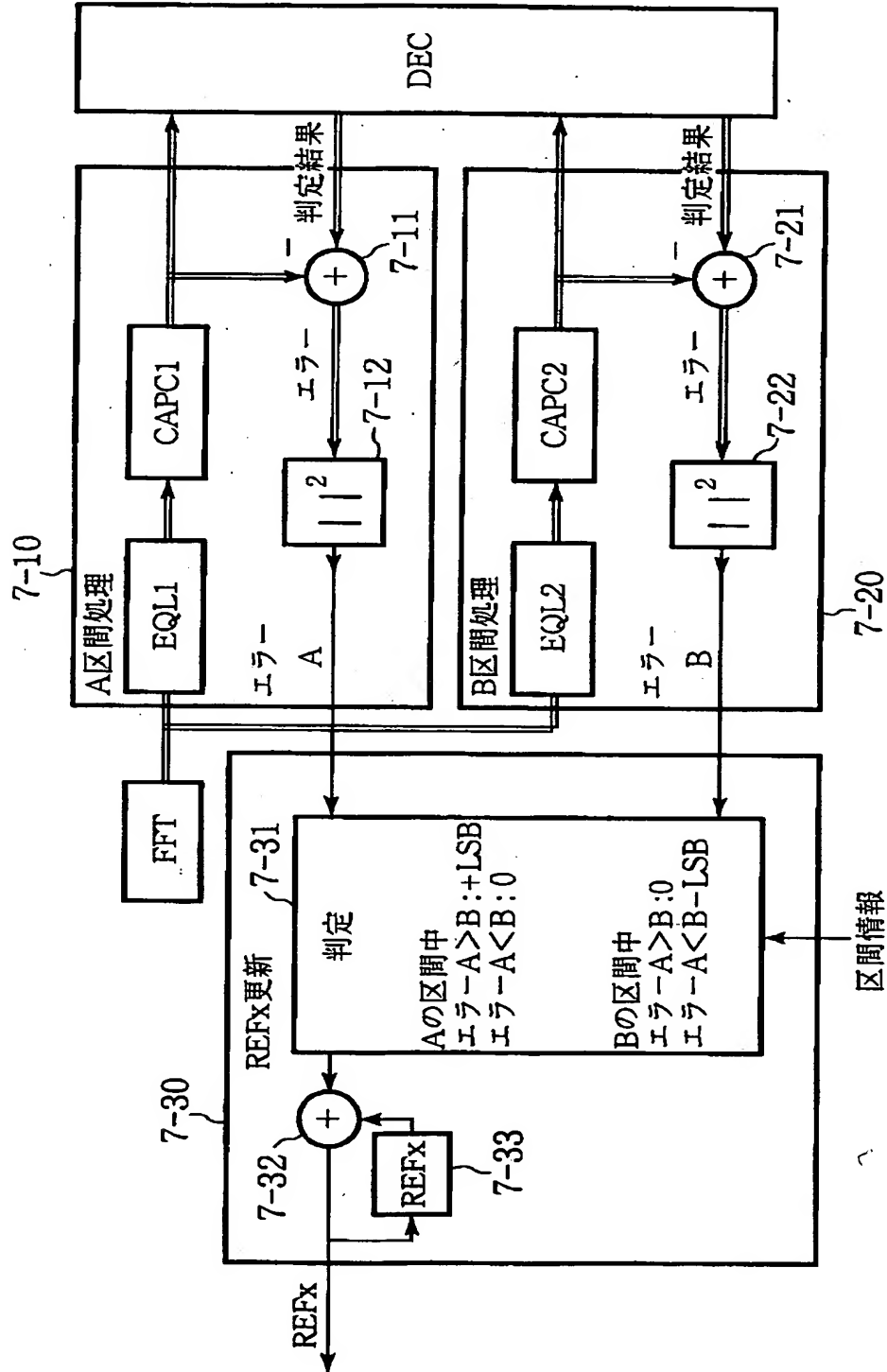
【図6】

本発明における変動周期信号ベクトルの
位相調整と区間判定の例



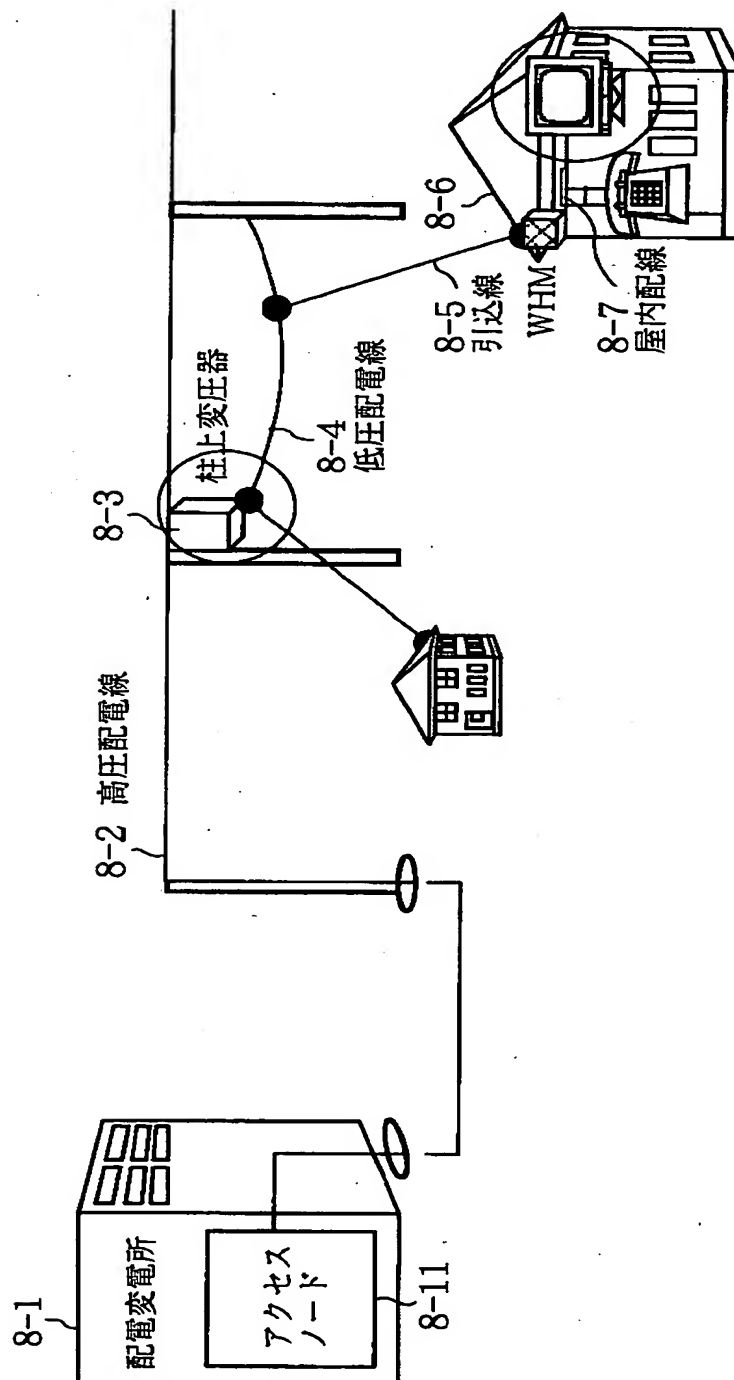
【図7】

本発明におけるX成分基準値REFx更新の機能ブロック

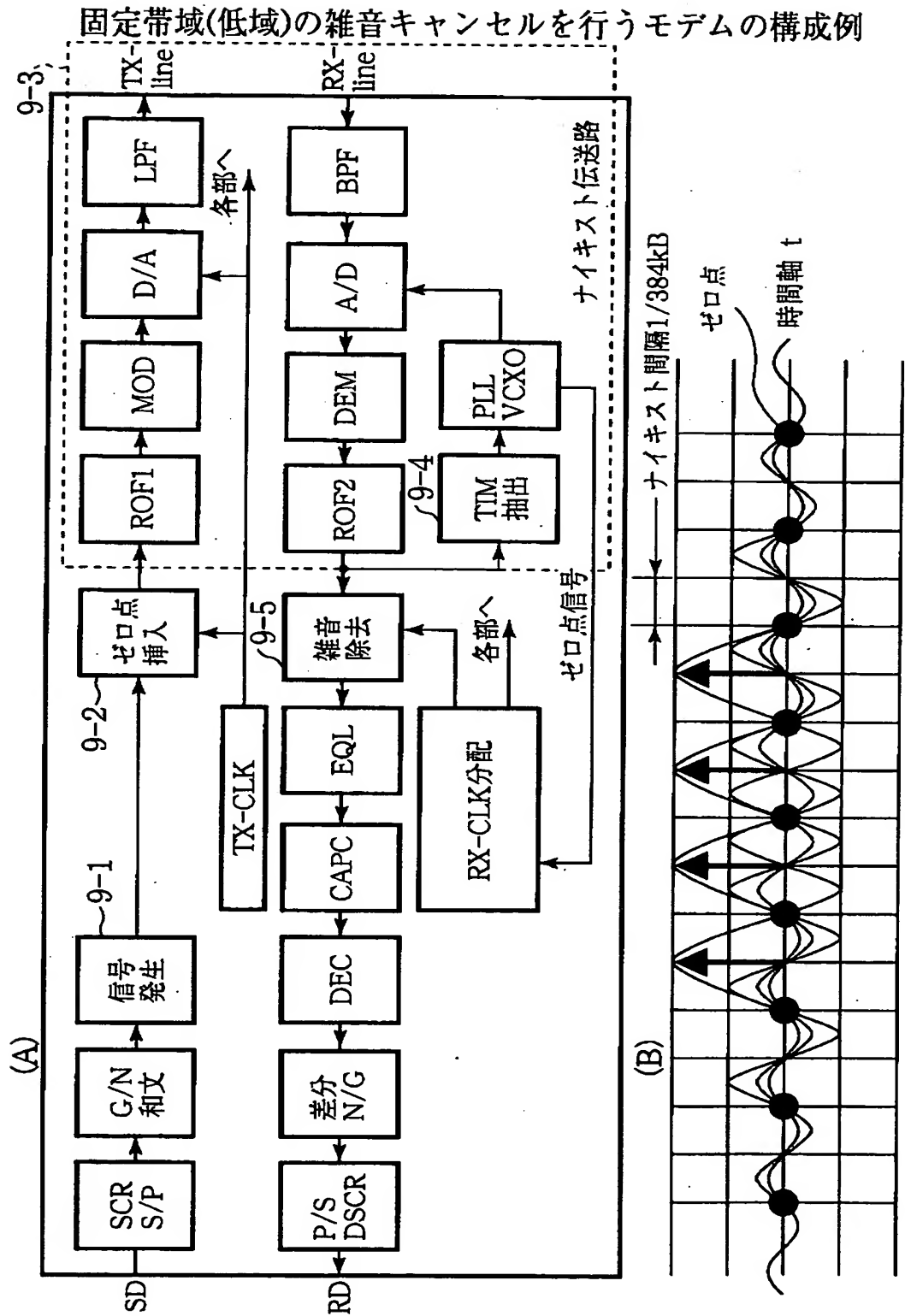


【図 8】

電力線搬送通信システムの構成例

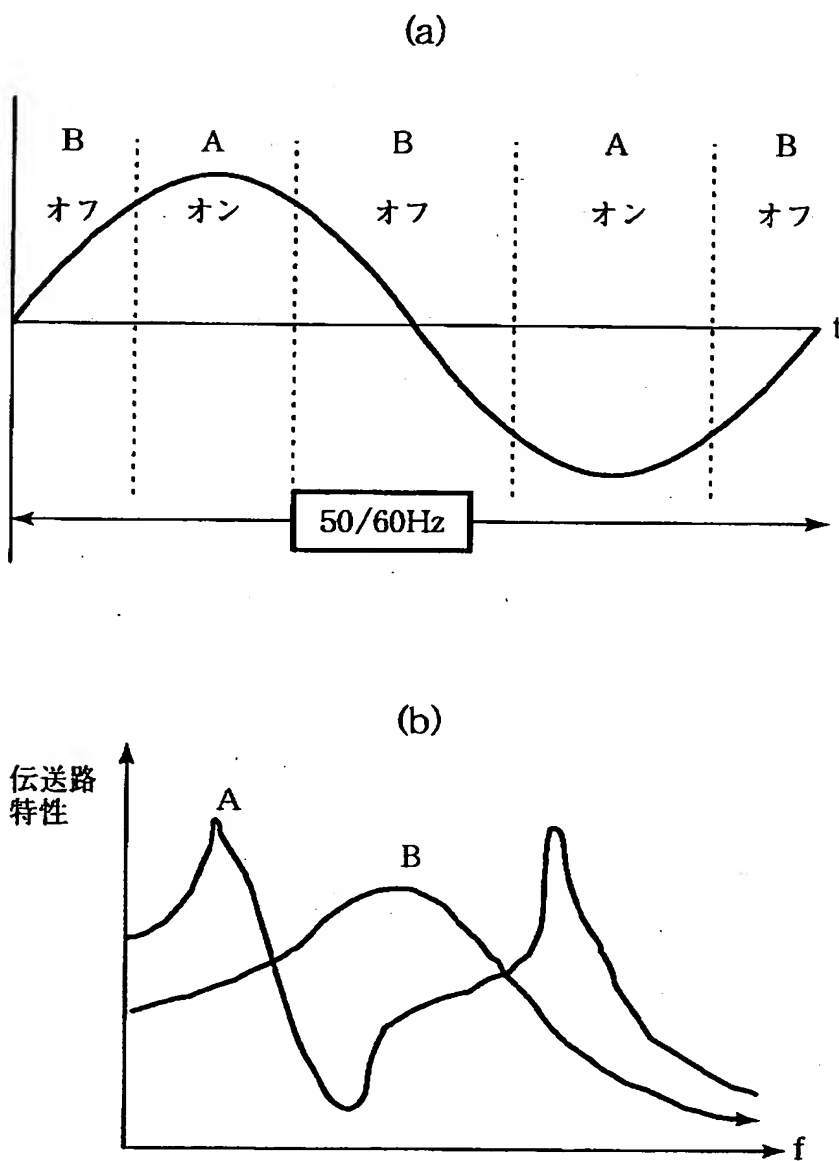


【図9】



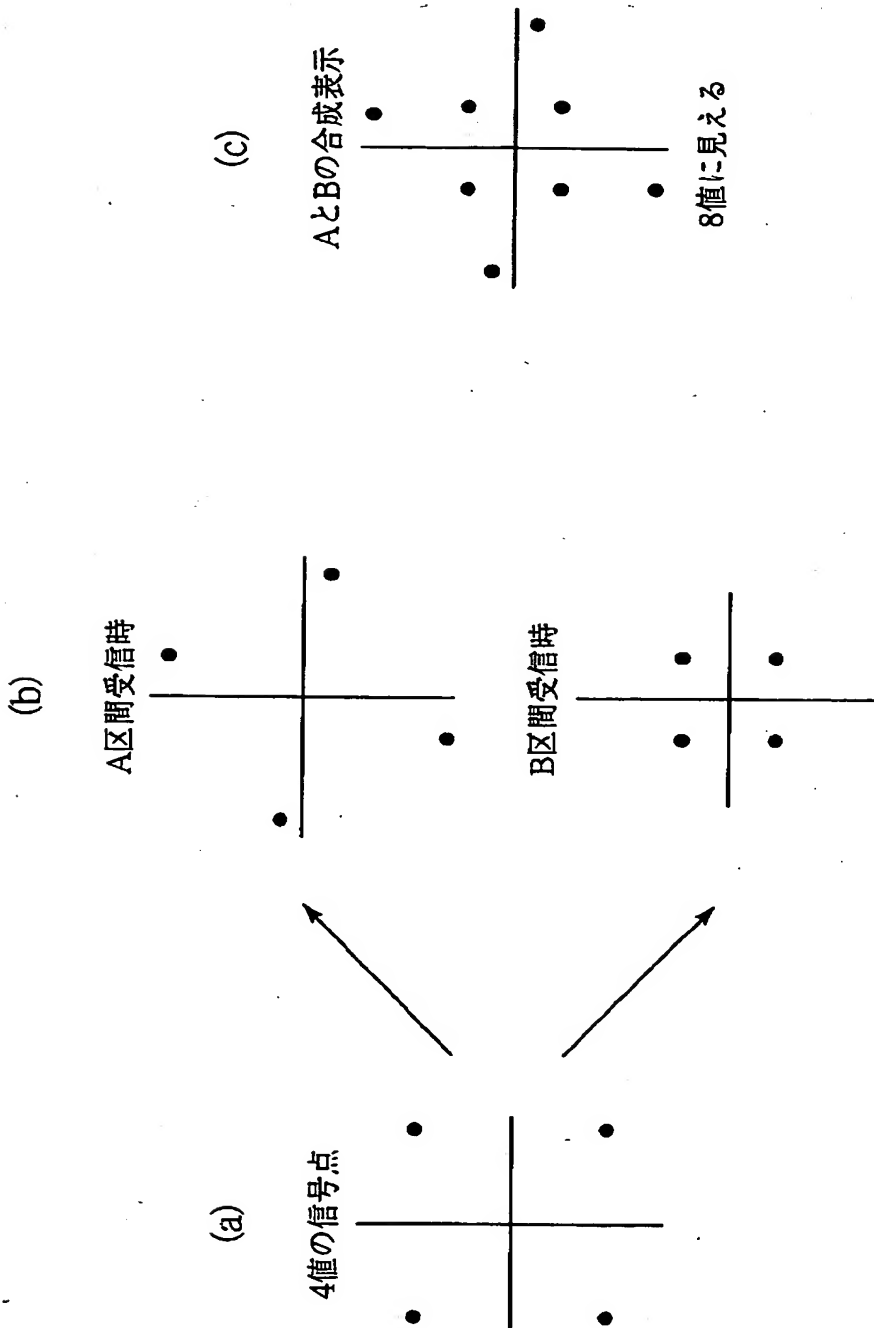
【図10】

家電機器スイッチング電源のオンオフにより変動する
電力線伝送路特性



【図11】

伝送路特性が変動する電力線で伝送される信号点の観測例



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電力線搬送通信において家電機器のスイッチング電源の内部素子のオンオフ等により発生する伝送路特性の周期的変動に対する等化処理方法及び装置に関し、受信信号の劣化を防ぎ、受信精度を高める。

【解決手段】 送信側から送信された一定のリファレンス信号を受信し、該リファレンス信号の位相又は振幅の変化により伝送路特性の変化点を検出する。伝送路特性の変動をもたらす基本周波数信号成分を抽出し、該基本周波数信号をベクトル化し、伝送路特性変化点のベクトルがX軸に対して対称となるように該ベクトルを回転し、該ベクトルのX成分が所定値を超えるか否かによって、伝送路変動区間を判定する。該伝送路変動区間の判定結果を基に、各変動区間に対応した2系統の等化器EQL1, EQL2及び自動キャリア位相制御器CAPC1, CAPC2の一方を選択し、伝送路特性の変動に合わせて等化処理を行う。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-186275
受付番号	50100891802
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0096
作成日	平成13年 6月26日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000005223
【住所又は居所】	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
【氏名又は名称】	富士通株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】	100105337
【住所又は居所】	東京都港区虎ノ門二丁目9番11号 信和ビル
【氏名又は名称】	眞鍋 潔

【代理人】

【識別番号】	100072833
【住所又は居所】	東京都港区虎ノ門二丁目9番11号 信和ビル
【氏名又は名称】	柏谷 昭司

【代理人】

【識別番号】	100075890
【住所又は居所】	東京都港区虎ノ門二丁目9番11号 信和ビル
【氏名又は名称】	渡邊 弘一

【代理人】

【識別番号】	100110238
【住所又は居所】	東京都港区虎ノ門二丁目9番11号 信和ビル
【氏名又は名称】	伊藤 壽郎

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日	1996年 3月26日
[変更理由]	住所変更
住 所	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名	富士通株式会社